

**HUBUNGAN STRUKTUR SESAR  
DENGAN TERBENTUKNYA ENDAPAN ALIRAN PIROKLASTIK  
DI DAERAH PANAS BUMI SAMPURAGA, MADAILING NATAL - SUMATERA UTARA**

**Oleh : Soetoyo  
Kelompok Program Penelitian Panas Bumi  
Pusat Sumber Daya Geologi**

---

**SARI**

Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini diperkirakan berumur Kuartar Bawah, menutupi struktur sesar yang ada di daerah telitian, diperkirakan sebagai endapan vulkanik dari kegiatan erupsi celah (*fissure eruption*) dan dimungkinkan struktur sesar di daerah ini sebagai media pembentukannya. Satuan Endapan Aliran Piroklastik berkomposisi dominan dasitan berukuran pasir - bongkah, fragmen batuan andesitan dan batuapung (*pumice*) berukuran pasir - kerikil yang cukup padu. tersebar di bagian selatan dan tengah mengisi celah depresi Panyabungan menutupi struktur sesar. Satuan ini terbentuk sebagai endapan aliran piroklastik daratan yang berumur Plio Pleistosen. Pada bagian didaerah dimana endapan piroklastik ini terpotong oleh struktur sesar tersebut, ditafsirkan struktur sesar didaerah ini aktif kembali setelah terbentuknya Endapan Aliran Piroklastik. Sesar normal umumnya berarah barat laut – tenggara/ berpola hampir berarah utara -selatan, satu dengan lainnya membentuk step fault, dan berfungsi sebagai pengontrol pemunculan manifestasi panas bumi di daerah Sampuraga. Mata air panas muncul ke permukaan sebagai manifestasi panas bumi di daerah Sampuraga, melalui sistim rekahan yang ada.

**ABSTRACT**

The Cretaceous Granite basement is the oldest rock unit in the Sampuraga Geothermal area, in the upper part of this unit covered by Tertiary metamorphic rock. Both of the unit rocks as a function of conductive rock which is transferred heat from heat sources. The Plio-Pleistocene consolidated pyroclastic deposit composed of dominant dasitic with sand to block size of rock fragments, andesitic and pumiceous with sand to pebble size of rock fragments filled southern and middle of the Panyabungan depression.

In the region which is the pyroclastic unit cut by fault structures, can be interpreted that the fault structures still active again after the originated of the pyroclastic deposit. In generally the normal fault have Northwest – Southeast (NW-SE) trend, almost North – East (N-E) trend, each and other to made step faults.

The appearance of the geothermal hot water manifestation to the surface in Sampuraga geothermal area controlled by those fault systems.

**PENDAHULUAN**

Secara administratif daerah panas bumi Sampuraga termasuk dalam Wilayah Kecamatan Panyabungan Barat, Kabupaten Mandailing Natal, Propinsi Sumatera Utara. Luas daerah penelitian adalah (15 x 15) km<sup>2</sup>, yang berada pada posisi geografis antara 99°29'7,15" - 99°30'44,24" BT dan 0°45'36" - 0°52'39,39" LU, atau 552500 – 56500 mT dan 84000 – 97000 mU pada sistem koordinat UTM, zona 47 belahan bumi utara ([Gambar 1](#))

Daerah panas bumi Sampuraga secara tektonik berada di bagian barat dari sesar besar Sumatera yang memanjang dari utara hingga selatan Sumatera. Manifestasi panas bumi yang terdapat di daerah ini cukup menarik untuk diteliti secara lebih rinci, karena memiliki potensi panas bumi sumber daya spekulatif yang cukup besar yaitu sebesar 225 MWe.

Dengan mengetahui kondisi geologinya secara rinci, maka dapat diperoleh gambaran mengenai latar belakang pembentukan panas bumi secara geologi, dan juga akan diketahui pula pembentukan satuan batuan Endapan

Aliran Piroklastik dihubungkan dengan struktur sesar di daerah ini.

**GEOLOGI**

**Geologi Regional**

Pulau Sumatera merupakan bagian tepi baratdaya-selatan dari lempeng Benua Eurasia yang berinteraksi dengan lempeng Samudera Hindia-Australia yang bergerak ke arah utara-timurlaut. Interaksi kedua lempeng tersebut dipengaruhi oleh besarnya sudut interaksi serta kecepatan konvergensi lempengnya. Gerakan tersebut telah menghasilkan bentuk-bentuk gabungan penunjaman (*subduction*) dan sesar mendatar dekstral.

Penunjaman yang terjadi pada masa Tersier sampai Resen di bawah Pulau Sumatera mengakibatkan terbentuknya jalur busur magma yaitu Pegunungan Bukit Barisan. Penunjaman yang terbentuk secara berkala telah dilepaskan melalui sesar transform yang sejajar dengan tepian lempeng (Fitch, 1972) dan terpusat di sepanjang Sistem Sesar Sumatera yang membentang sepanjang Sumatera.

Geologi Tersier dan Kwartir dari Pulau Sumatera saat ini merupakan pencerminan yang wajar dari gerak tersebut. Busur magmatik dan cekungan belakang busur memotong hampir sepanjang Pulau Sumatera dari Sumatera Utara sampai ke Sumatera Selatan, adalah sesar mendatar dekstral yang dikenal sebagai sesar Semangko atau sesar besar Sumatera.

Sesar mendatar ini terbentuk sebagai akibat dari sifat interaksi lempeng Hindia-Australia dengan lempeng Mikro Sunda yang menyerong. Sesar ini mempunyai kedudukan tektonik yang penting karena dapat dianggap sebagai batas antara lempeng Mikro Sunda dengan lempeng Hindia-Australia di sebelah baratnya. Dengan demikian perkembangan tektonik Tersier dari bagian Sumatera yang berada di sebelah timur sesar Sumatera adalah juga perkembangan tektonik Tersier dari pada lempeng Mikro Sunda.

Secara regional geologi daerah penyelidikan berdasarkan kepada Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, Sumatera Utara (skala 1 : 250.000) yang ditulis oleh D.T. Aldiss, dkk. tahun 1983 (Gb. 2). Batuan yang ada di daerah penyelidikan terdiri dari batuan gunungapi, batuan terobosan, sedimen dan metasedimen yang berumur Paleozoik – Kenozoik.

## **GEOLOGI DAERAH TELITIAN**

### **Geomorfologi**

Berdasarkan pengamatan bentang alam dan tingkat kemiringan lerengnya, maka geomorfologi daerah penyelidikan dapat dikelompokkan menjadi tiga satuan geomorfologi yaitu: satuan perbukitan berlereng terjal, perbukitan bergelombang, dan satuan pedataran.

### **Geomorfologi Perbukitan Berlereng Terjal**

Satuan geomorfologi ini menempati bagian barat dan selatan daerah penyelidikan yang meliputi sekitar 47% luas daerah penyelidikan. Umumnya berupa perbukitan memanjang berlembak kasar, berlereng terjal (21% - 55%) dengan elevasi antara 275 - 1475 meter di atas permukaan laut. Pola aliran sungai yang dibentuk oleh Sungai Aek Bargot, Aek Karora, Aek Sirambas, Aek Gatang, dan Aek Nagari bertipe dendritik hingga sub-dendritik dengan lembah sungai berbentuk 'V' yang menandakan erosi dominan ke arah vertikal, makin ke bagian dasar lembah batuan lebih lunak dibandingkan dinding lembah sungai. Satuan ini tersusun oleh batuan gunungapi Tersier berupa aliran lava dan aliran piroklastik.

### **Geomorfologi Perbukitan Bergelombang**

Satuan geomorfologi ini menempati bagian timur sampai selatan daerah panas bumi Sampuraga yaitu sekitar 24% dari luas daerah telitian. Satuan ini terdiri atas perbukitan dengan kemiringan lereng antara 14% - 20% dan berada pada elevasi antara 250 - 525 meter di atas permukaan laut. Sungai di daerah ini, yaitu Sungai Aek Singolet,

Aek Tolang, Aek Garoga, dan Aek Pohan, membentuk pola pengaliran sungai bertipe dendritik sampai subparalel. Lembah sungai pada topografi tinggi umumnya berbentuk 'V' dan berbentuk 'U' pada topografi rendah. Satuan morfologi ini tersusun oleh batuan granit, aliran piroklastik, dan lahar.

### **Geomorfologi Pedataran**

Satuan pedataran terdapat di bagian tengah dan utara daerah panas bumi Sampuraga yang menempati areal sekitar 29% dari luas daerah telitian. Daerah ini berada pada ketinggian antara 200 hingga 250 m di atas permukaan air laut dengan kemiringan lereng antara 0% - 2% . Satuan ini terhampar sepanjang aliran Sungai Batang Gadis dan Aek Pohan yang merupakan muara dari Sungai Aek Tolang, Aek sirambas, Aek Garoga, dan Sungai Aek Singolet. Lembah sungainya lebar dan berbentuk "U", lereng sungai datar hingga landai dengan bentuk aliran sungai *meander*, bahkan di beberapa tempat di daerah Batang Gadis terdapat gundukan pasir. Hal ini menunjukkan bahwa tahapan erosi pada stadium lanjut, proses erosi dominan ke arah lateral atau dinding sungai. Satuan ini tersusun oleh satuan batuan sedimen dan endapan permukaan (aluvium) yang terdiri dari material lepas berupa hasil rombakan batuan di bagian hulu sungai, dengan bentuk fragmen membundar hingga membundar tanggung.

### **Stratigrafi Daerah Panas Bumi Sampuraga**

Stratigrafi daerah Sampuraga disusun berdasarkan hubungan relatif antara masing-masing satuan batuan. Penamaannya didasarkan kepada pusat erupsi, mekanisme, dan genesa pembentukan batuan.

Berdasarkan hasil penelitian lapangan, batuan di daerah penyelidikan dapat dikelompokkan ke dalam 9 satuan batuan, yang terdiri dari 1 satuan batuan sedimen, 5 satuan batuan vulkanik, 2 satuan batuan terobosan, dan 1 satuan endapan permukaan (Gb. 3).

Sebagian dari batuan vulkanik tersebut diperkirakan berasal dari 3 titik erupsi yang berbeda, yaitu: Gunung Adian Gongona, Gunung Hombang dan Gunung Sorikmarapi.

Batuan sedimen di daerah penyelidikan terdiri dari endapan sedimen danau pengisi depresi, sedangkan endapan permukaan terdiri dari material lepas yang termasuk dalam satuan aluvium. Urutan satuan batuan atau stratigrafi dari tua ke muda adalah Satuan Granit, Lava Andesit Porfiri, Lava Andesit, Lava Andesit Basaltis, Endapan Aliran Piroklastik, Lahar Sorikmarapi dan Endapan Aluvium.

### **Granit**

Satuan Granit berada di bagian timur laut daerah panas bumi Sampuraga dengan luas sekitar 2% dari luas daerah penyelidikan. Satuan ini terdiri dari batuan beku jenis

granit. Singkapan batuan yang masih segar sangat keras, meskipun di beberapa tempat telah mengalami pelapukan yang menghasilkan pasir kasar berkomposisi dominan kuarsa dan berkembang kekar. Berdasarkan kesebandingan dengan D.T. Aldiss, dkk. tahun 1983, granit ini merupakan batuan terobosan dari Satuan Batolit Panyabungan yang berumur Kapur bagian awal (*Early Cretaceous*), berdasarkan hasil pentarikhan umur metode K-Ar, yaitu 121±1.

#### **Lava Andesit Porfiri**

Satuan Lava Andesit Porfiri ini berada di bagian tengah, memanjang dari selatan ke utara daerah telitian dengan luasnya yang mencapai 9% dari luas daerah Satuan ini merupakan satuan batuan vulkanik paling tua yang ada di daerah telitian, terdiri dari batuan beku andesit dan batusabak. Batuanya merupakan aliran lava yang berkomposisi andesit. Secara megaskopis lava andesit berwarna abu-abu muda sampai tua, porfiritik, fenokrisnya terdiri dari plagioklas dan piroksen yang tertanam dalam masadasar mikrokristalin dan gelas vulkanik. Andesit yang tersingkap merupakan andesit porfiri seperti yang tersingkap di Sungai Aek Longat, Sirambas, dan Sungai Gatang. Sedangkan singkapan batusabak ditemukan di Sungai Aek Longat, yaitu di lokasi titik pengamatan SM-74, dianggap hanya sebagai singkapan jendela.

Menurut kesebandingan dengan D.T. Aldiss, dkk. tahun 1983, batusabak tersebut merupakan anggota dari satuan batuan metagunungapi hornfels dan batusabak yang berumur Mesozoikum.

Satuan Aliran Lava Andesit Porfiri terkena struktur Sesar Normal Longat yang di lapangan ditemukan zona sesar berupa hancuran batuan dan kekar. Hancuran batuan didominasi oleh bongkah batuan andesit dan batusabak, seperti yang terdapat pada dinding Sungai Aek Longat. Kekar umumnya telah terisi kuarsa. Satuan aliran lava ini diperkirakan berumur Miosen Bawah.

#### **Lava Andesit**

Satuan Lava Andesit menempati bagian barat laut daerah penyelidikan, meliputi areal sekitar 4% dari luas daerah penyelidikan. Satuan batuan ini disusun oleh aliran lava andesitik. Singkapan batuan yang relatif masih segar terdapat di Sungai Bargot yang secara megaskopis terlihat berwarna abu-abu tua, bertekstur porfiritik sedang, fenokrisnya terdiri dari plagioklas yang tertanam pada masadasar mikrokristalin, terkekarkan dan sebagian kekarnya terisi oleh mineral kuarsa. Berdasarkan hasil analisis sayatan tipis contoh batuan SM-68, diperoleh jenis batuanya adalah andesit. Satuan batuan ini terpotong oleh struktur Sesar Normal Longat yang berarah relatif utara-selatan. Satuan Aliran Lava Andesit (T1a) ini diperkirakan berumur Miosen Tengah.

#### **Lava Andesit Basaltis**

Satuan Lava Andesit Basaltis ini berada di bagian barat daerah panas bumi Sampuraga, memanjang dari utara ke selatan yang menempati areal sekitar 34% dari luas daerah telitian. Singkapan yang baik terdapat di Sungai Bargot, Sungai Sirambas, dan Sungai Aek Nagari, Lumban Dolok. Batuanya relatif segar dan keras, meskipun di beberapa tempat pada bagian atasnya telah mengalami pelapukan yang cukup kuat.

Pengamatan megaskopis di lapangan, batuan tersebut merupakan aliran lava berjenis andesit basaltis, berwarna abu-abu tua-kehitaman, dan bertekstur afanitik. Berdasarkan analisis petrografi contoh batuan SM-36, lava ini batuanya berjenis Andesit Piroksen. Pusat erupsi diperkirakan berasal dari Gunung Adian Gongona yang ada di sebelah barat dari daerah telitian. Satuan ini diperkirakan berumur Miosen Atas.

#### **Dasit**

Satuan Dasit berada di bagian tengah daerah telitian, tepatnya di Bukit Kemuning, Desa Sirambas. Satuan ini terdiri dari batuan terobosan berjenis dasit. Singkapan batuan yang masih segar sangat keras, meskipun di bagian kaki bukit sebelah barat telah mengalami pelapukan dan hancuran yang menghasilkan pasir kasar berkomposisi dominan kuarsa. Pengamatan megaskopis di lapangan, batu tersebut berwarna putih - abu-abu keputihan, dan bertekstur faneritik. Berdasarkan analisis petrografi contoh batuan SM-15, lava ini batuanya berjenis dasit???. Dasit ini diperkirakan sebagai batuan terobosan (intrusi) yang menerobos lava dari Satuan Aliran Lava Andesit Porfiri pada Kala Plistosen bagian awal.

#### **Endapan Aliran Piroklastika**

Satuan Endapan Aliran Piroklastik tersebar di bagian selatan dan tengah daerah panas bumi Sampuraga, memanjang ke utara dan menutupi sekitar 23% luas areal daerah telitian. Satuan ini mengisi celah depresi Panyabungan dan mengikuti celah yang dibentuk jalur sesar. Dari kenampakan morfografi menunjukkan bahwa satuan ini membentuk perbukitan berlereng sedang yang memanjang searah dengan struktur sesar dari arah selatan ke utara. Kondisi singkapan batuan (*outcrop*) umumnya relatif segar, sebagian masif dan setempat memperlihatkan pelapisan dengan kemiringan yang relatif masih normal (< 5°). Proses pelapukan di beberapa tempat diperlihatkan dengan terdapatnya tanah hasil lapukan pada bagian atas yang berwarna merah bata .

Satuan batuan ini diperkirakan sebagai Endapan Aliran Piroklastik hasil erupsi celah (*fissure eruption*) sepanjang sesar-sesar berarah utara-selatan. Batuanya berkomposisi dominan dasitan berukuran pasir - bongkah, fragmen batuan andesitan dan batuapung (*pumice*) berukuran pasir - kerikil yang cukup padu. Secara megaskopis nampak berwarna putih-putih kecoklatan, terpilah baik, kemas tertutup, dan berporositas baik . Hasil analisis petrografi contoh batuan SM-15 terhadap

batuan beku dominan yang terdapat pada satuan ini adalah batuan beku berjenis dasit. Satuan aliran piroklastik ini diperkirakan berumur Kuartar Bawah menutupi struktur sesar yang ada di daerah telitian, diperkirakan berumur Plio-Plistosen.

#### **Lahar Sorikmarapi**

Satuan Lahar Sorikmarapi menempati bagian tenggara daerah panas bumi Samouraga dan menempati lembah dari morfologi perbukitan bergelombang yang tersebar pada areal sekitar 2% dari luas daerah telitian.

Singkapan lahar yang baik terdapat di Daerah Purba Lama (SM-38). Secara megaskopik lahar umumnya berwarna abu-abu muda, beberapa bagiannya berwarna coklat akibat proses oksidasi dan pelapukan, terdiri dari fragmen dan komponen batuan yang dominan andesit berbentuk menyudut-membundar tanggung dengan ukuran kerikil-bongkah.

Lahar berkomporsi andesit ini diperkirakan bersumber dari Gunung Sorik Marapi yang berada di bagian selatan, di luar daerah penyelidikan. Satuan ini diperkirakan berumur Kuartar, sebanding dengan Satuan Batuan Gunungapi Sorik Merapi, yang tersusun oleh lahar andesitik dan breksi gunungapi pada Peta Geologi Lembar Lubuksikaping, Sumatera Utara (D.T. Aldiss, dkk. ; 1983).

#### **Batuan Sedimen**

Satuan Sedimen tersebar di bagian tengah dan menyebar ke utara daerah panas bumi Sampuraga, menempati morfologi pedataran dengan luas arealnya sekitar 23% dari luas daerah telitian. Merupakan sedimen danau/depresi, terdiri dari batupasir dan lempung yang berselingan dengan kemiringan lapisan secara umum relatif datar ( $< 5^\circ$ ). Singkapan yang baik terdapat di Sungai Sirambas dan Batang Gadis. Secara megaskopis batupasir yang segar berwarna abu-abu sampai abu kecoklatan, ukuran butir pasir sedang-halus, pemilahan baik, dan dapat diremas sedangkan lempung berwarna kuning kecoklatan-coklat dan getas dengan ketebalan bervariasi antara 10 cm sampai dengan 40 cm

Batuan sedimen ini mengisi daerah-daerah rendah sebagai zona depresi di bagian tengah dan utara daerah panas bumi Sampuraga dan proses pengendapan (sedimentasinya) berlangsung pada Zaman Kuartar (Plistosen), sebagian menutupi batuan Piroklastika yang sama-sama mengisi zona depresi.

#### **Endapan Aluvium**

Endapan Aluvium merupakan endapan sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya. Endapan terdiri dari material lepas berupa lempung, pasir, bongkahan andesit, granit, dan batusabak. Penyebarannya di sepanjang tepi Sungai Batang Gadis, muara Sungai Sirambas, Aek Sarir, Aek Nagari dan Sungai Aek Pohan, menempati morfologi pedataran yang secara keseluruhan menempati areal sekitar 2% dari luas

daerah panas bumi Sampuraga. Proses pengendapan material-material tersebut masih berlangsung sampai sekarang.

### **STRUKTUR GEOLOGI**

#### **Struktur Geologi Regional**

Struktur geologi daerah penyelidikan dilihat secara regional terletak pada zona Sistem Sesar Sumatera (*Sumatera Fault System*) yang berarah baratlaut - tenggara, membentang mulai dari Pulau Weh, NAD sampai Teluk Semangko, Lampung. Tjia (1977) menyatakan bahwa

Sistem Sesar Sumatera ini paling sedikit tersusun oleh 8 segmen sesar berarah orientasi baratlaut-tenggara dengan pergerakan yang menganan (*dextral*). Pergerakan sesar ini masih aktif, sebagai akibat dari dorongan lempeng Samudera Hindia terhadap Lempeng Eurasia yang membentuk zona penunjaman di sepanjang pantai barat Pulau Sumatera.

Interaksi dari beberapa segmen tersebut mengakibatkan lahirnya beberapa zona yang mengalami kompresi dan regangan. Zona-zona kompresi mengalami pelipatan dan sesar naik, sedangkan zona regangan mengalami depresi dan sesar normal. Daerah panas bumi Sampuraga adalah salah satu daerah yang berada dalam zona depresi ini. Beberapa sesar normal ini menjadi media keluarnya magma ke permukaan dan membentuk gunung api seperti Gunung Sorik Marapi.

Analisis pada citra satelit (**Gb. 4**) menunjukkan bahwa struktur geologi di daerah penyelidikan didominasi oleh struktur sesar normal yang membentuk Graben Panyabungan dan sesar-sesar geser. Sesar normal yang membentuk Graben Panyabungan berarah baratlaut-tenggara, dengan kemiringan (*slope*) berarah timurlaut dan baratdaya. Sesar-sesar normal ini menjadi media keluarnya sejumlah mata air panas di daerah panas bumi Sampuraga..

#### **Struktur Geologi Daerah Sampuraga**

Penentuan struktur geologi didasarkan atas hasil pengamatan lapangan, analisis citra *landsat*, dan peta topografi terhadap gejala-gejala struktur di permukaan seperti pemunculan mata air panas, kelurusan lembah dan punggung, bidang sesar, dan zona hancuran batuan.

Berdasarkan hal tersebut maka di daerah panas bumi Sampuraga terdapat lima struktur sesar, yaitu:

#### **Sesar Longat**

Struktur sesar ini berarah relatif baratlaut – tenggara. Indikasi di lapangan menunjukkan adanya kelurusan punggung bukit dan lembah yang memanjang berarah relatif baratlaut - tenggara, kekar, dan hancuran batuan. Jenis sesar ini diperkirakan sesar normal dimana blok

timurlaut relatif bergerak turun dan bagian baratdaya sebagai blok yang relatif naik. Sesar ini terjadi akibat gaya yang bersifat tarikan (*extension*) yang berarah timurlaut - baratdaya. Sesar Normal Longat memotong batuan vulkanik Lava Andesit Porfiri dan Andesit yang berumur Miosen.

### **Sesar Panyabungan**

Tersebar di bagaian timurlaut daerah panas bumi Sampuraga berarah relatif sama dengan Sesar Normal Longat, yaitu baratlaut-tenggara. Indikasi lapangan ditemukan adanya kekar dan dinding bidang sesar yang memanjang. Jenis struktur adalah sesar normal, dimana blok bagian timurlaut merupakan bagian yang relatif bergerak naik dan blok bagian baratdaya sebagai bagian yang relatif bergerak turun. Sesar Normal Panyabungan ini diperkirakan membentuk sesar tangga (*step fault*) dengan Sesar Normal Longat yang ada di sebelah baratnya. Kedua sesar ini berperan penting dalam pembentukan zona depresi berupa Graben Panyabungan. Sesar ini memotong Satuan Granit Pra Tersier.

### **Sesar Sirambas**

Sesar Sirambas berada di bagian tengah daerah panas bumi Sampuraga, melintasi Desa Sirambas. Diperkirakan sebagai sesar normal berarah baratlaut-tenggara dimana blok sebelah baratdaya relatif bergerak naik dan blok sebelah timurlaut relatif bergerak turun. Dijumpai berupa zona hancuran batuan, kelurusan topografi berupa lembah Sungai Aek Nagari dan dinding sesar di daerah Aek Ngali sampai ke Lumban Dolok dan indikasi lainnya adalah kelurusan pemunculan mata air panas, Sampuraga di tengah Desa Sirambas dengan mata air panas Roburan Lombang di bagian selatan.

Sesar tersebut berperan dalam pembentukan Graben Panyabungan dan pemunculan bukit-bukit memanjang dari tenggara ke baratlaut yang tersusun oleh Satuan Aliran Piroklastik hasil dari erupsi celah (*fissure eruption*).

### **Sesar Batang Gadis**

Sesar Batang Gadis berada di bagian tengah daerah panas bumi Sampuraga memanjang searah aliran Sungai Batang Gadis, berarah baratlaut-tenggara. Sesar ini adalah sesar normal dengan blok baratdaya sebagai bagian yang bergerak turun dan blok sebelah timurlaut sebagai bagian yang bergerak naik. Bersamaan dengan Sesar Normal Sirambas yang berada di bagian baratnya, sesar ini merupakan bagian dari Graben Panyabungan. Penarikan sesar berdasarkan kelurusan topografi yang diambil secara regional dan analisis citra satelit yang menunjukkan pola kelurusan.

## **KAJIAN PANAS BUMI**

### **Manifestasi Panas Bumi**

Manifestasi panas bumi di daerah panas bumi Sampuraga terdiri dari mata air panas, sumur bor air panas, dan fumarol yang tersebar di tiga daerah, yaitu di Desa

Sirambas, Longat, dan Desa Roburan Lombang. Penamaan dan pengelompokkan manifestasi panas bumi berdasarkan pada tempat atau lokasi keberadaan manifestasi tersebut, seperti akan dibahas di bawah ini.

### **Manifestasi Panas Bumi Sirambas**

Manifestasi panas bumi di Desa Sirambas terdiri dari satu fumarol (Sampuraga-1) dan tiga mata air panas (Sampuraga-2, Sampuraga-3, dan Sampuraga-4).

#### **Fumarol Sampuraga-1**

Sampuraga-1 merupakan manifestasi panas bumi berjenis fumarol yang terdapat di Komplek Wisata Sampuraga, yaitu pada koordinat UTM X = 559.250 mT dan Y = 90.247 mU. Manifestasi ini terdapat pada satuan Endapan Aliran Piroklastik. Hasil pengukuran di lapangan menunjukkan temperatur fumarolnya adalah sebesar 97.0 °C dan pH = 3.4. Uap air tipis dan berbau belerang lemah.

#### **Mata Air Panas Sampuraga-2**

Sampuraga-2 merupakan manifestasi panas bumi berupa mata air panas. Manifestasi ini terdapat pada pinggir Sungai Sirambas, di sekitar Komplek wisata Sampuraga, yaitu sekitar 50 meter ke arah timur dari Sampuraga-1 atau terletak pada koordinat UTM X = 559.251 mT dan Y = 90.154 mU. Mata air panas Sampuraga-2 muncul dari endapan aluvium yang terdapat di Sungai Sirambas. Hasil pengukuran di lokasi memperlihatkan temperatur air panasnya adalah 100.8 °C dengan pH sebesar 7.7, dan debit 1.0 L/detik. Air panas jernih, di permukaannya terdapat uap, di sekitarnya terdapat beberapa bagian dari material endapan (aluvium) memperlihatkan telah terbungkus oleh sinter karbonat.

#### **Mata Air Panas Sampuraga-3**

Manifestasi panas bumi Sampuraga-3 merupakan kumpulan beberapa mata air panas yang berada di sebelah timur Bukit Padang Kemuning, Komplek Wisata Sampuraga. Mata air panas Sampuraga-3 muncul di endapan aluvium aliran Sungai Sirambas pada koordinat UTM X = 559.323 mT dan Y = 90.448 mU. Pengukuran di lokasi menunjukkan bahwa air panasnya bertemperatur 97 °C, pH = 7.3, dan debit sebesar 2.0 L/detik. Air panas jernih, terdapat bualan, beruap, dan terdapat sinter karbonat. Pemunculan mata air panas Sampuraga-3 dikontrol oleh struktur geologi yang sama dengan mata air panas Sampuraga-2, yaitu Sesar Normal Sirambas.

#### **Mata Air Panas Sampuraga-4**

Manifestasi panas bumi Sampuraga-4 adalah berupa mata air panas yang berada di sisi barat Bukit Padang Kemuning, Desa Sirambas. Mata air panas Sampuraga-4 ini muncul pada satuan batuan sedimen, yaitu pada koordinat UTM X = 558.734 mT dan Y = 90.384 mU. Pengukuran di lokasi menunjukkan bahwa air panasnya bertemperatur 100.2 °C, pH = 6.88, dan debit sebesar 4.0 L/detik. Air panasnya jernih, terdapat bualan, beruap, dan terdapat sinter karbonat. Pemunculan mata air panas

Sampuraga-4 diperkirakan dikontrol oleh struktur geologi Sesar Normal Sirambas.

### **Manifestasi Panas Bumi Longat**

Manifestasi panas bumi Longat terdapat di Desa Longat yang berada di sebelah barat Manifestasi Sirambas. Manifestasi panas bumi Longat terdiri dari satu mata air panas (Mata Air Panas Longat) dan satu sumur bor air panas.

### **Mata Air Panas Longat**

Mata air panas Longat berada di Bukit Sababatu, Desa Longat. Mata air panas ini muncul pada satuan batuan aliran piroklastik, yaitu pada koordinat UTM X = 557.354 mT dan Y = 90.234 mU. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa air panasnya bertemperatur 42 °C, pH = 7.01, dan debit sebesar 0.5 L/detik. Air panasnya jernih, sedikit beruap, dan terdapat sinter karbonat. Pemunculan mata air panas Longat dikontrol oleh Sesar Normal Longat.

### **Sumur Bor Air Panas Longat**

Sumur bor air panas Longat merupakan lobang bor hasil pengeboran pada tahun 1980 yang terletak di Bukit Sababatu, sekitar 200 m di sebelah timur mata air panas Longat, yaitu pada koordinat UTM X = 557.426 mT dan Y = 90.508 mU. Hasil pengukuran terhadap air panas yang keluar dari pipa yang berasal dari lobang bor memiliki temperatur 43 °C, pH = 7.7. Air panasnya jernih dengan debit sebesar 3 L/detik.

### **Manifestasi Panas Bumi Roburan Lombang**

Manifestasi panas bumi Roburan Lombang terdiri dari mata air panas yang terdapat di Desa Roburan Lombang, yaitu bagian selatan daerah penyelidikan pada koordinat UTM X = 561.648 mT dan Y = 83.177 mU. Mata air panas ini muncul pada batuan aliran piroklastik. Oleh penduduk sekitar dimanfaatkan sebagai kolam pemandian air panas. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa air panasnya yang jernih dan tidak berbau tersebut memiliki temperatur 49.8 °C, pH = 7.25, dan debitnya 2 L/detik.

## **PEMBAHASAN**

Geomorfologi daerah panas bumi Sampuraga didominasi oleh satuan perbukitan berlereng terjal yang tersebar di bagian barat. Membentuk daerah perbukitan yang dibentuk oleh vulkanik tua berumur Tersier. Bagian timurnya terdiri dari satuan perbukitan bergelombang dan pedataran yang berada pada zona depresi. Morfologi perbukitan bergelombang dibentuk oleh Endapan Aliran Piroklastik sedangkan morfologi pedataran dibentuk oleh endapan danau.

Batuan tertua yang ada di daerah ini adalah batuan terobosan berupa granit berumur Kapur yang menempati bagian timur laut daerah panas bumi Sampuraga. Batuan vulkanik Tersier yang terdiri dari lava dan piroklastik tersebar di bagian barat dan selatan tenggara

Satuan Endapan Aliran Piroklastik tersebar di bagian selatan dan tengah daerah panas bumi Sampuraga, memanjang ke utara dan menutupi sekitar 23% luas areal daerah telitian Satuan ini terbentuk sebagai Endapan Aliran Piroklastik daratan yang berumur Kuartar Bawah

Satuan ini mengisi celah depresi Panyabungan dan mengikuti celah yang dibentuk jalur sesar. Dari kenampakan morfografi menunjukkan bahwa satuan ini membentuk perbukitan berlereng sedang yang memanjang searah dengan struktur sesar dari arah selatan ke utara tetapi tidak berhubungan dengan morfologi gunungapi Sorik Merapi. Satuan ini terbentuk jauh di bagian selatan Gunungapi Sorik Merapi. Mengacu pada konsep Vulkanistratigrafi, maupun Morfostratigrafi (Astadiredja, 1982) maka Satuan Endapan Aliran Piroklastik adalah tidak tergolong dalam produk Gunungapi Sorik Merapi.

Batuannya berkomposisi dominan dasitan berukuran pasir - bongkah, fragmen batuan andesitan dan batuapung (*pumice*) berukuran pasir - kerikil yang cukup padu. Kondisi singkapan batuan (*outcrop*) umumnya relatif segar, sebagian masif dan setempat memperlihatkan perlapisan dengan kemiringan yang relatif masih normal.

Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini diperkirakan berumur Kuartar Bawah, menutupi struktur sesar yang ada di daerah telitian, diperkirakan sebagai endapan vulkanik dari kegiatan erupsi celah (*fissure eruption*) dan dimungkinkan struktur sesar di daerah ini sebagai media pembentukannya.

Sebagian lagi didaerah lain satuan batuan ini tersesarkan, sehingga memperlihatkan Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini berumur relatif lebih muda dibandingkan dengan struktur sesar di daerah panas bumi Sampuraga. Pada bagian didaerah dimana Endapan Aliran Piroklastik ini memperlihatkan gejala semacam ini, terpotong oleh struktur sesar tersebut, menunjukkan bahwa struktur sesar didaerah ini adalah aktif kembali setelah terbentuknya Endapan Aliran Piroklastik.

Aktifitas tektonik di daerah panas bumi Sampuraga cukup aktif dan yang paling berperan dalam pembentukan struktur geologi di daerah ini adalah aktifitas tektonik Plio-Plistosen yang juga terjadi secara regional. Beberapa struktur sesar normal yang membentuk sesar menangga secara umum berpola hampir berarah utara-selatan. Pembentukan beberapa struktur ini membuka peluang bagi magma untuk muncul kepermukaan termasuk terbentuknya Endapan Aliran Piroklastik yang menyebar di sepanjang jalur sesar, sebagai hasil erupsi celah yang mengisi zona depresi.

Hampir seluruh struktur sesar di daerah ini ditutupi oleh endapan aliran piroklastik. Melihat penyebaran satuan endapan aliran piroklastik ini maka ditafsirkan bahwa

Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini adalah sebagai hasil erupsi celah yang terbentuk melalui celah sesar-sesar tersebut

Pada bagian lain terdapat Endapan Aliran Piroklastik ini terpotong/tersesarkan, maka ditafsirkan bahwa struktur sesar di daerah panas bumi Sampuraga yang merupakan bagian dari sesar Sumatra adalah merupakan sesar aktif, atau pernah bergerak kembali setelah terendapkannya Satuan Endapan Aliran Piroklastik.

Proses aktifnya kembali sistem sesar di daerah ini ditimbulkan karena kekosongan di perut bumi karena keluarnya volume magma melalui celah sesar sebagai erupsi celah dan diendapkan kembali sebagai Endapan Aliran Piroklastik.

Karena kekosongan di bawah permukaan ini dan beban Endapan Aliran Piroklastik di permukaan, maka menjadikan tidak stabilnya kondisi daerah Sampuraga, sehingga sistem sesar menjadi tidak seimbang dan bergerak relatif turun. Proses demikian dapat diartikan sebagai proses Volcano Tektonik depression.

Pada saat ini celah pada sistem sesar ini banyak terindikasi munculnya manifestasi panas bumi, sebagai kelanjutan proses saat ini yang muncul melalui sesar sebagai media keluarnya air panas maupun fumarolla.

## SIMPULAN

Morfologi daerah penyelidikan didominasi oleh perbukitan berlereng terjal sampai bergelombang (71 %) yang menempati bagian barat, selatan, dan timur, sisanya di bagian utara dan tengah daerah penyelidikan merupakan pedataran.

Berdasarkan Vulkanistratigrafi, maupun Morfostratigrafi maka Satuan Aliran Piroklastik (Qap) adalah bukan produk Gunungapi Sorik Merapi.

Stratigrafi daerah panas bumi Sampuraga disusun oleh 9 satuan batuan, yang terdiri dari dua satuan batuan terobosan, satu satuan batuan sedimen, lima satuan batuan vulkanik, dan satu satuan endapan permukaan (aluvium).

Struktur yang berkembang di daerah panas bumi Sampuraga adalah sesar normal berarah baratlaut – tenggara (sesar normal Longat, Sirambas, Batang Gadis, dan sesar normal Panyabungan). Sesar normal Sirambas dan Longat merupakan struktur geologi yang mengontrol pemunculan mata air panas di daerah telitian

Struktur sesar di daerah panas bumi Sampuraga yang merupakan bagian dari struktur sesar Sumatra adalah sebagai pemicu/media terjadinya erupsi celah di daerah ini, sehingga terbentuklah Endapan Aliran Piroklastik, dengan penyebaran yang cukup luas.

Endapan Aliran Piroklastik pada posisi terpotong oleh struktur sesar di daerah ini menunjukkan bahwa setelah endapan aliran piroklastik di endapkan terjadilah pergerakan kembali sistem sesar di daerah ini dengan arah relatif turun, sehingga disebut sebagai sesar aktif.

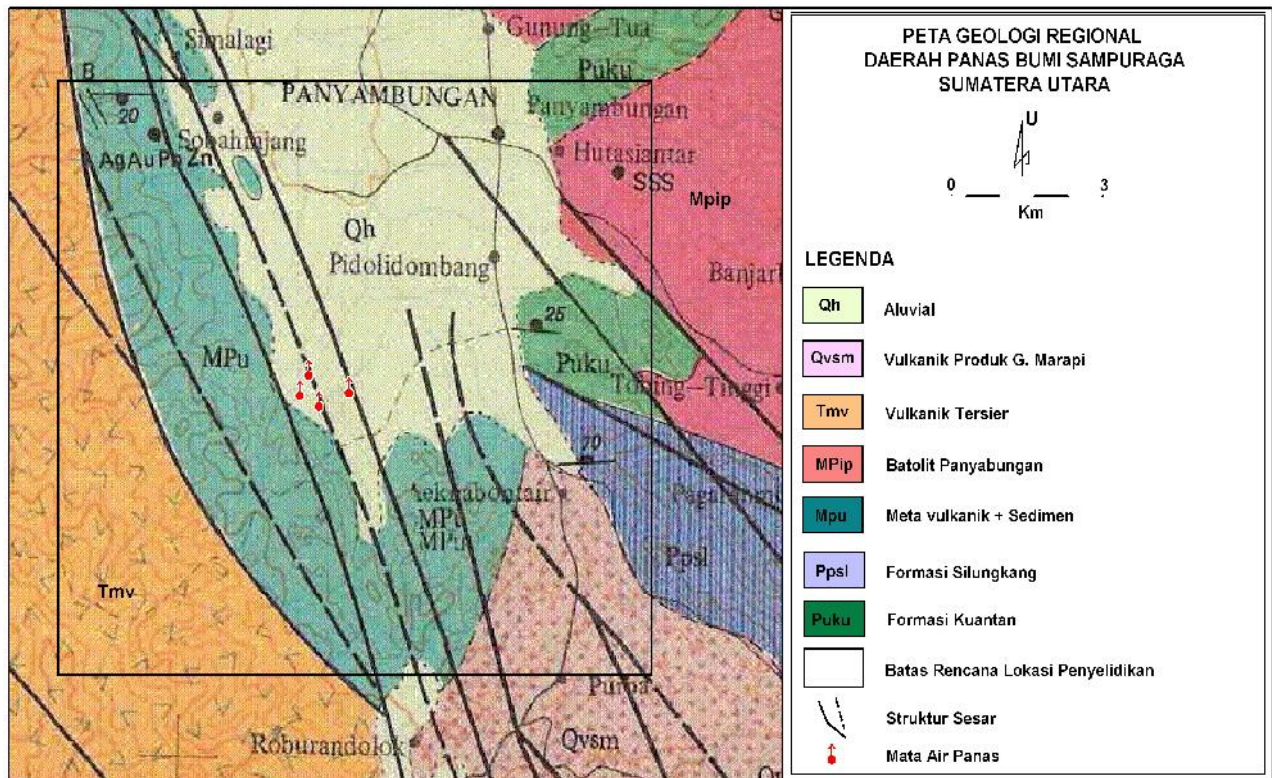
Manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan secara umum muncul disepanjang jalur pensesaran dan sesar berfungsi sebagai medianya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., 1972. Inventarisasi dan penyelidikan pendahuluan gejala panas bumi di daerah Sumatra Barat, bagian Proyek Survei Energi Geothermal, Dinas Vulkanologi, Direktorat Geologi, Bandung.
- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. The Hague. Netherlands.
- Distamben Kabupaten Pasaman, 2006. Potensi Energi Panas Bumi (Geothermal) Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat.
- Kastowo, Gerhard W. Leo, dkk. 1996. Peta Geologi Lembar Padang, Sumatera Barat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rock, N.M.S., dkk. 1983. Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.



Gambar 1. Lokasi Daerah Panas Bumi Sampuraga, Madina, Sumatera Utara



Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Panas Bumi Sampuraga, Madina, Sumatera Utara



